

DERWENT-ACC-NO: 2000-148369  
 DERWENT-WEEK: 200014  
 COPYRIGHT 2002 DERWENT INFORMATION LTD

N6

TITLE: Electrical plasma production devices operable at ambient temperature, useful for flat screen visual display units and chemical synthesis reactors

INVENTOR: BRAEUNING-DEMIAN, A; GERICKE, K ; JAGUTZKI, O ; SCHEFFLER, P ; SCHMIDT-BOECKING, H ; SPIELBERGER, L

PRIORITY-DATA: 1998DE-1026418 (June 16, 1998)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO  
DE 19826418 A1

PUB-DATE  
December 30, 1999

Bad Date VS.(10-12-99)  
LANGUAGE PAGES MAIN-IPC  
007 H05H001/48

INT-CL (IPC): B01 J 19/08; H05 H 1/48

ABSTRACTED-PUB-NO: DE 19826418A

BASIC-ABSTRACT:

NOVELTY - A plasma producing device in which a voltage is applied to pairs of electrodes (103) with sharp edges. The electrodes are divided into individual micro units, of the order of magnitude 0 multiply 0.1 multiply 0.1 mm, so causing several micro plasma discharges to form, and these are then combined on the surface. The coupling of the electrical energy in each unit proceeds via independent micro switches, which may be static ohmic resistances, or dynamic elements, etc.

DETAILED DESCRIPTION - INDEPENDENT CLAIMS are included for:

- (a) the process of producing plasma generation electrodes by micro- or nano-structure technology; and
- (b) the use of the device for producing planar or 3-D plasma discharges.

A carrier foil (101) has holes (102) surrounded by cylindrical electrode surfaces (103) for production of individual plasma discharges. Voltage is applied to the electrode pairs, located on opposing sides of the carrier (101). The micro switch function is performed by a uniform resistance or isolating layer (104) covering the carrier and electrode units; a low ohmic resistance power supply electrode (105) covers the layer (104). A 3-D plasma can be produced between pairs of electrode foils.

USE - Working, etching, cleaning or coating of component surfaces. The plasma may be used as an extended surface spectral light source for the illumination of objects, or for visual display units with flat screens (i.e. slim-line VDU monitors). A combination of plasma source surfaces can be used for promoting chemical rearrangement reactions, such as the formation of higher hydrocarbons from methane.

ADVANTAGE - Use of micro divided electrode surfaces and a.c. pure capacitance coupling through an insulating layer allows cost effective provision of a plasma source, ambient temperature, and efficient protection of the electrodes against the erosive effects of the plasma. Each of the individual units can be independently excited at a controlled instant in time or position.

DESCRIPTION OF DRAWING(S) - Figures shows an electrode foil with pore holes for production of de-coupled plasmas, and discharges from schematic edge features.

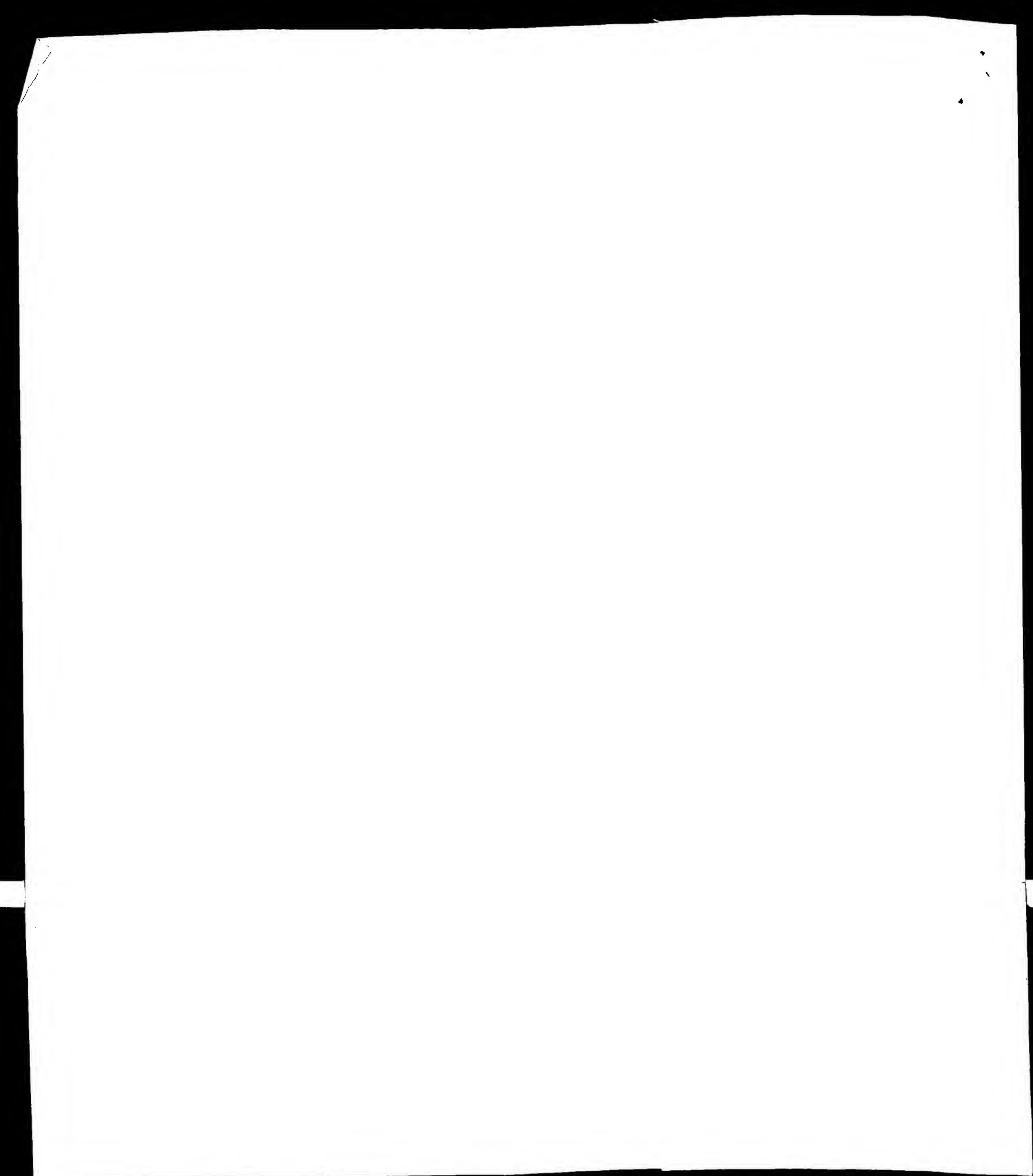
Carrier 101

Hole 102

Ring surface electrode 103; 401, 402

Microswitching layer 104; 405

Power supply electrode sheet 105; 404





(19) BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND

DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

## (12) Offenlegungsschrift

(10) DE 198 26 418 A 1

(51) Int. Cl. 6:

H 05 H 1/48

B 01 J 19/08

(21) Aktenzeichen: 198 26 418.6  
 (22) Anmeldetag: 16. 6. 98  
 (23) Offenlegungstag: 30. 12. 99

## (71) Anmelder:

Schmidt-Böcking, Horst, Prof. Dr.rer.nat., 65779 Kelkheim, DE; Gericke, Karl-Heinz, Prof. Dr.phil.nat., 38102 Braunschweig, DE; Bräuning-Demian, Angela, Dipl.-Phys., 65830 Krifte, DE; Spielberger, Lutz, Dr.phil.nat.Dipl.-Phys., 60489 Frankfurt, DE; Scheffler, Peter, Dipl.-Chem., 38554 Weyhausen, DE; Jagutzki, Ottmar, Dr.phil.nat.Dipl.Phys., 60431 Frankfurt, DE

## (74) Vertreter:

BOEHMERT &amp; BOEHMERT, 28209 Bremen

## (72) Erfinder:

gleich Anmelder

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

(54) Vorrichtung zur Erzeugung eines Plasma sowie ein Herstellungsverfahren für die Vorrichtung sowie Verwendung der Vorrichtung

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Erzeugung eines Plasmas bei Umgebungstemperaturen, wobei zur Erzeugung des Plasmas Elektroden vorgesehen sind, die an ihrer Oberseite scharfe Kanten aufweisen, wobei sich die Elektroden paarweise gegenüberstehen und wobei durch Anlegen einer Spannung an die Elektroden ein Plasma erzeugbar ist. Zum einen können die Elektroden in einzelnen Einheiten unterteilt sein, so daß infolge der Unterteilung in die einzelnen Einheiten bei einer Ansteuerung der Elektroden mehrere kleine Mikroplasmen entstehen, wobei diese zu Flächen bzw. Volumina zusammengesetzt werden, wobei die Einkopplung der elektrischen Energie in jede der Einheiten über unabhängige Mikroschalter erfolgt. Weiterhin können die Elektroden in einzelnen Einheiten unterteilt sein, wobei infolge der Unterteilung in die einzelnen Einheiten bei einer Ansteuerung der Elektroden mehrere kleine Mikroplasmen entstehen, wobei diese zu Flächen bzw. Volumina zusammengesetzt werden und wobei die Einkopplung der elektrischen Energie in jede der Einheiten bei Verwendung von Wechselspannung durch eine kapazitive Kopplung der Versorgungselektrode über eine elektrisch isolierende Schicht zu den das Plasma erzeugenden Elektroden übertragbar ist. Weiterhin betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Herstellung der Vorrichtung sowie die Verwendung der Vorrichtung.

DE 198 26 418 A 1

DE 198 26 418 A 1

## Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Erzeugung eines Plasmas nach dem Oberbegriff des Patentanspruches 1 oder 5 sowie ein Herstellungsverfahren der Vorrichtung nach Patentanspruch 6 sowie eine Verwendung der Vorrichtung nach Patentanspruch 7.

Es ist bereits eine derartige Vorrichtung bekannt (deutsche Patentanmeldung 196 05 226.2), bei der zur Erzeugung eines Plasmas bei Umgebungstemperaturen Elektroden vorgesehen sind, die an ihrer Oberseite scharfe Kanten aufweisen, wobei sich jeweils zwei der Elektroden in einem Abstand gegenüber liegen, der in der Größenordnung von einigen nm bis mm liegt. Durch Anlegen einer elektrischen Spannung an die Elektroden ist ein Plasma erzeugbar. Es können damit zwei- oder auch dreidimensionale Plasmen erzeugt werden durch eine entsprechende Anordnung der Elektroden. Weiterhin sind dort Ausführungsbeispiele von Plasmaquellen genannt.

Erfindungsgemäß soll die Vorrichtung zum einen verbessert werden, indem die Elektroden derart in einzelne Einheiten unterteilt sind, daß infolge der Unterteilung in die einzelnen Einheiten bei einer Ansteuerung der Elektroden mehrere kleine Mikroplasmen entstehen, wobei diese zu Flächen bzw. Volumina zusammengesetzt werden, und indem die Einkopplung der elektrischen Energie in jede der Einheiten über unabhängige Mikroschalter erfolgt.

Gegenüber dem Stand der Technik erweist es sich hierbei als vorteilhaft, daß eine definierte Erzeugung eines Plasmas über eine größere Fläche oder ein größeres Volumen einfacher möglich wird. Es hat sich beim Stand der Technik gelegentlich gezeigt, daß das Plasma lokal und zufällig in einem Teilbereich zündet. Demgegenüber kann durch die erfundungsgemäß vorgesehenen Mikroschalter ein definiertes Plasma erzeugt werden.

In Kenntnis dieser Umstände läßt sich dies dadurch erklären, daß beim Stand der Technik der erzeugte Stromfluß einen Spannungsabfall am elektrischen Innenwiderstand des Versorgungsgerätes sowie den elektrischen Widerständen der Zuleitungen und der Plasmaelektroden bedingt. Dadurch reicht unter Umständen die an den das Plasma erzeugenden Elektroden anliegende Spannung nicht mehr aus, um das Plasma in dem restlichen Bereich zu zünden. Erfundungsgemäß wird dies gelöst, indem die elektrische Energie unabhängig in einzelne Einheiten eingespeist wird. Es wird die Erzeugung von homogenen Plasmaflächen bzw. Plasmavolumina ermöglicht durch den modularen Aufbau der einzelnen Einheiten.

Es können also durch Zusammensetzen der einzelnen Einheiten, die eine typische Größenordnung von Länge, Breite und Höhe von ca. 0,1 mm haben können, geometrisch variabel und sehr kompakt große Flächen oder Volumina zusammengesetzt werden.

Nach Anspruch 2 werden die Mikroschalter durch einen statischen ohmschen Widerstand gebildet.

Nach Anspruch 3 werden die Mikroschalter durch ein dynamisches Element gebildet.

Nach Anspruch 4 erfolgt die Einspeisung elektrischer Energie in die einzelnen Einheiten mittels niederohmiger, in die einzelnen Einheiten integrierter Versorgungselektroden über Mikroschalter.

Durch die Verwendung der Mikroschalter können in den einzelnen Einheiten unabhängig voneinander, d. h. insbesondere ohne Beeinflussung durch Plasmabedingungen benachbarter Einheiten zeitlich und örtlich kontrolliert Plasmen gezündet werden.

Der Wert des elektrischen Widerstandes des Mikroschalters im geschlossenen, d. h. elektrisch leitenden Zustand

muß dabei so gewählt werden, daß die Summe aus diesem Widerstand und dem Plasmawiderstand größer ist als die Summe der Widerstandswerte von Versorgungsgerät, Zuleitungen und den Plasmaelektroden.

- 5 Bei einer weiteren erfundungsgemäßen Vorrichtung nach Anspruch 5 sind die Elektroden in einzelne Einheiten unterteilt, wobei infolge der Unterteilung in die einzelnen Einheiten bei einer Ansteuerung der Elektroden mehrere kleine Mikroplasmen entstehen, wobei diese zu Flächen bzw. Volumina zusammengesetzt werden, und wobei die Einkopplung der elektrischen Energie in jede der Einheiten bei Verwendung von Wechselspannung durch eine kapazitive Kopplung der Versorgungselektrode über eine elektrisch isolierende Schicht zu den das Plasma erzeugenden Elektroden übertragbar ist.

Durch diese rein kapazitive Einkopplung der elektrischen Energie kann anstelle bestimmter Materialien zur Erzeugung von definierten Mikroschaltern praktisch jedes isolierende Material genutzt werden. Dies erlaubt eine kostengünstigere Fertigung der Plasmaquelle sowie einen effizienten Schutz der Elektroden vor den Einflüssen des Plasmas selbst zur Vermeidung von Abnutzung oder stofflicher Veränderung der Elektroden.

Es ist möglich, jede der einzelnen Einheiten zeitlich und örtlich unabhängig durch Wechselspannung zu zünden.

Anspruch 6 beschreibt ein Verfahren zur Herstellung einer der genannten Vorrichtungen, wobei die die Plasmen erzeugenden Elektroden mittels Mikro- oder Nanostrukturtechnik hergestellt werden, wobei mittels mehrlagiger Elektrodenbeschichtungstechnik die Mikroschalter in die Einheiten integriert werden.

Dadurch wird die Vorrichtung, die einen Mikroschalter enthält, einfach herstellbar.

Gemäß Anspruch 7 können die Vorrichtungen nach den Ansprüchen 1 bis 5 zur definierten Erzeugung eines flächenmäßig oder volumenmäßig ausgedehnten Plasmas verwendet werden.

Es können somit beispielsweise großflächige Plasmavolumina erzeugt werden, die eine effiziente Nutzung der elektrischen Energie an großen Plasmaoberflächen bei minimalem Plasmavolumen erlauben, beispielsweise zur Bearbeitung von Oberflächen, wie deren Reinigung oder Ätzung oder Beschichtung oder Bedruckung, oder der Visualisierung, indem das Plasma als großflächige spektrale Lichtquelle und/oder Spektrallampe verwendet wird oder als flacher Bildschirm.

Mehrere solcher Plasmaflächen lassen sich zur Erzeugung großvolumiger Plasmen zusammensetzen, beispielsweise zur chemischen Umsetzung wie der Synthese komplexer chemischer Verbindungen aus einfachen Grundbausteinen wie beispielsweise zur Erzeugung höherer Kohlenwasserstoffe aus Methan.

Es wird die Erzeugung eines Plasmas bei Druck in der Größenordnung von 1 mbar bis zu 1,5 bar ermöglicht.

Ausführungsbeispiele zur entkoppelten Einspeisung der elektrischen Energie in geeignete Mikroplasmaelektroden sind in der Zeichnung dargestellt. Es zeigt dabei im einzelnen:

**Fig. 1:** eine Vorrichtung zur entkoppelten Erzeugung eines homogenen Flächenplasmas auf Basis von Poren in dünnen Folien,

**Fig. 2:** eine Kombination von zwei Folienelementen aus Fig. 1 zu einem Volumenplasmaelement,

**Fig. 3:** eine Vorrichtung zur entkoppelten Erzeugung eines homogenen Flächenplasmas auf Basis von Spitzen auf Flächen in der Ansicht und

**Fig. 4:** eine Vorrichtung zur entkoppelten Erzeugung eines homogenen Flächenplasmas auf Basis von Spitzen auf

Flächen in einem Schnittbild.

**Fig. 1** zeigt den Folienträger 101, der Löcher 102 besitzt, um die ringförmig die Elektroden 103 zur Erzeugung der Plasmen in den einzelnen Einheiten angebracht sind. Die elektrische Spannung zur Ausbildung des Plasmas wird zwischen den beiden gegenüberliegenden Elektroden 103 auf beiden Seiten des Folienträgers 101 angelegt. Als Mikroschalter dient hier eine homogen aufgebrachte Widerstands- oder Isolationsschicht 104, die den Folienträger 101 und die Elektroden 103 bedeckt. Die Schicht 104 ist wiederum von der niederohmigen Versorgungselektrode 105 bedeckt.

Die Elektroden 103 können alternativ auch durch einzelne, auf den Folienträger 101 aufgebrachte Mikroschalter von einer leiterbahnförmigen Versorgungselektrode versorgt werden.

Auf einem großflächigen Folienträger 101 können zahlreiche der soeben beschriebenen Anordnungen angebracht sein.

**Fig. 2** zeigt beispielhaft die Kombination von zwei Folienplasmaelementen 201 und 202, jeweils wie gezeigt und erläutert in **Fig. 1**, zu einem Volumenplasma. Dabei können beliebig viele der Folienplasmaelemente aneinandergereiht werden.

**Fig. 3** zeigt in Aufsicht die beiden Mikroplasmaelektroden 301 und 302, zwischen denen die elektrische Spannung zur Ausbildung des Plasmas ausgebildet wird. Das Plasma ist dargestellt durch die Feldlinien 303. Die niederohmige Versorgungselektrode 304 speist über die Mikroschalter 305 die Mikroplasmaelektroden 302.

Auf einem großflächigen Träger können zahlreiche der soeben beschriebenen Anordnungen angebracht werden.

**Fig. 4** zeigt in einem Schnitt die in **Fig. 3** dargestellte Geometrie. Mit 401 und 402 werden die das Plasma erzeugenden Elektroden bezeichnet, zwischen denen sich das elektrische Feld 403 ausbildet. In die Mikroplasmaelektroden 402 wird von der niederohmigen Versorgungselektrode 404 über die Mikroschalter 405 die elektrische Energie eingespeist.

#### Patentansprüche

40

mas Elektroden vorgesehen sind, die an ihrer Oberseite scharfe Kanten aufweisen, wobei sich die Elektroden paarweise gegenüber stehen und wobei durch Anlegen einer Spannung an die Elektroden ein Plasma erzeugbar ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektroden derart in einzelne Einheiten unterteilt sind, daß infolge der Unterteilung in die einzelnen Einheiten bei einer Ansteuerung der Elektroden mehrere kleine Mikroplasmen entstehen, wobei diese zu Flächen bzw. Volumina zusammengesetzt werden, und daß die Einkopplung der elektrischen Energie in jede der Einheiten bei Verwendung von Wechselspannung durch eine kapazitive Kopplung der Versorgungselektrode über eine elektrisch isolierende Schicht zu den das Plasma erzeugenden Elektroden übertragbar ist.

6. Verfahren zur Herstellung einer der genannten Vorrichtungen nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die die Plasmen erzeugenden Elektroden mittels Mikro- oder Nanostrukturtechnik hergestellt werden, dadurch gekennzeichnet, daß mittels mehrlagiger Elektrodenbeschichtungstechnik die Mikroschalter in die Einheiten integriert werden.

7. Verwendung einer der Vorrichtungen nach einem der Ansprüche 1 bis 5 zur definierten Erzeugung eines flächenmäßig oder volumenmäßig ausgedehnten Plasmas.

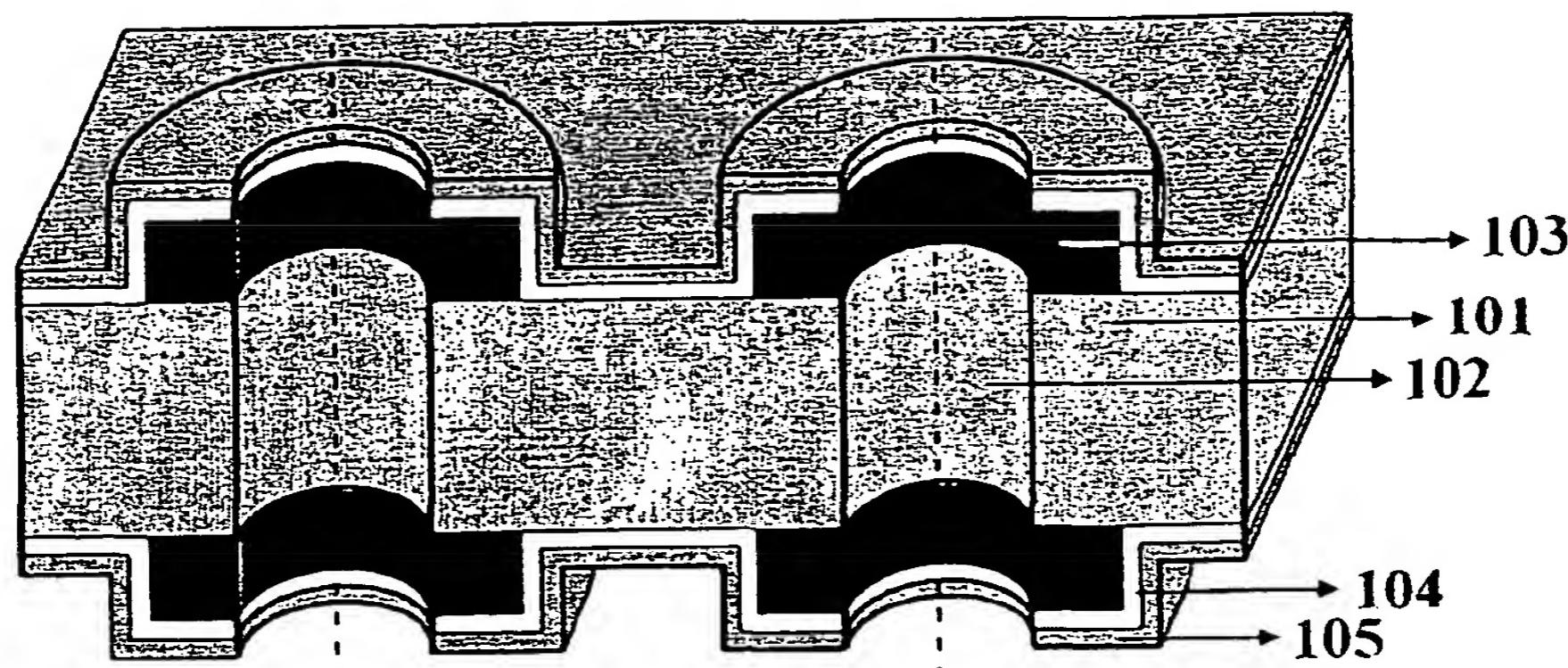
---

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

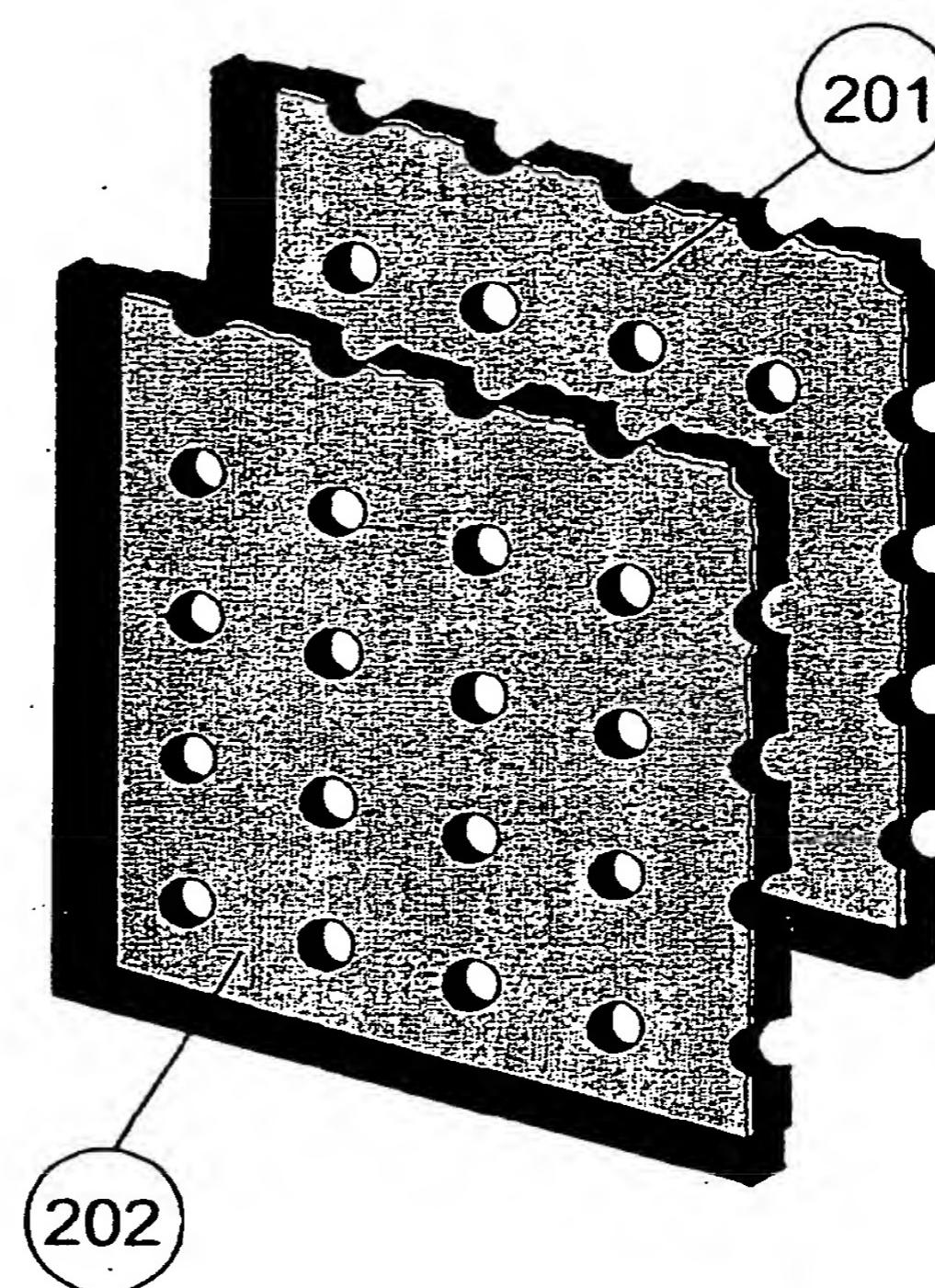
---

1. Vorrichtung zur Erzeugung eines Plasmas bei Umgebungstemperaturen, wobei zur Erzeugung des Plasmas Elektroden vorgesehen sind, die an ihrer Oberseite scharfe Kanten aufweisen, wobei sich die Elektroden paarweise gegenüber stehen und wobei durch Anlegen einer Spannung an die Elektroden ein Plasma erzeugbar ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektroden derart in einzelne Einheiten unterteilt sind, daß infolge der Unterteilung in die einzelnen Einheiten bei einer Ansteuerung der Elektroden mehrere kleine Mikroplasmen entstehen, wobei diese zu Flächen bzw. Volumina zusammengesetzt werden, und daß die Einkopplung der elektrischen Energie in jede der Einheiten über unabhängige Mikroschalter erfolgt.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Mikroschalter durch einen statischen ohmschen Widerstand gebildet werden.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Mikroschalter durch ein dynamisches Element gebildet werden.
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Einspeisung elektrischer Energie in die einzelnen Einheiten mittels niederohmiger, in die einzelnen Einheiten integrierter Versorgungselektroden über Mikroschalter erfolgt.
5. Vorrichtung zur Erzeugung eines Plasmas bei Umgebungstemperaturen, wobei zur Erzeugung des Plas-

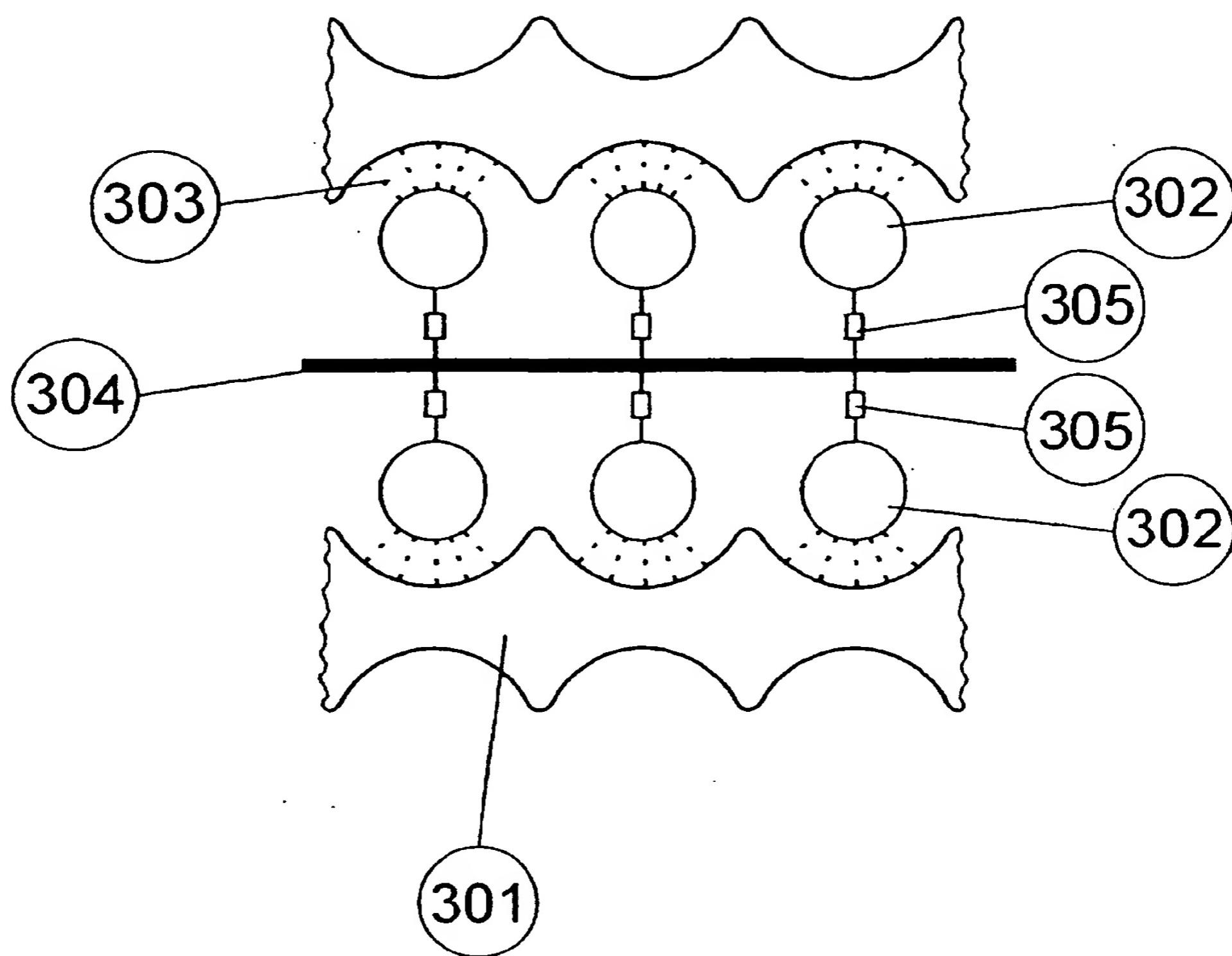
**- Leerseite -**



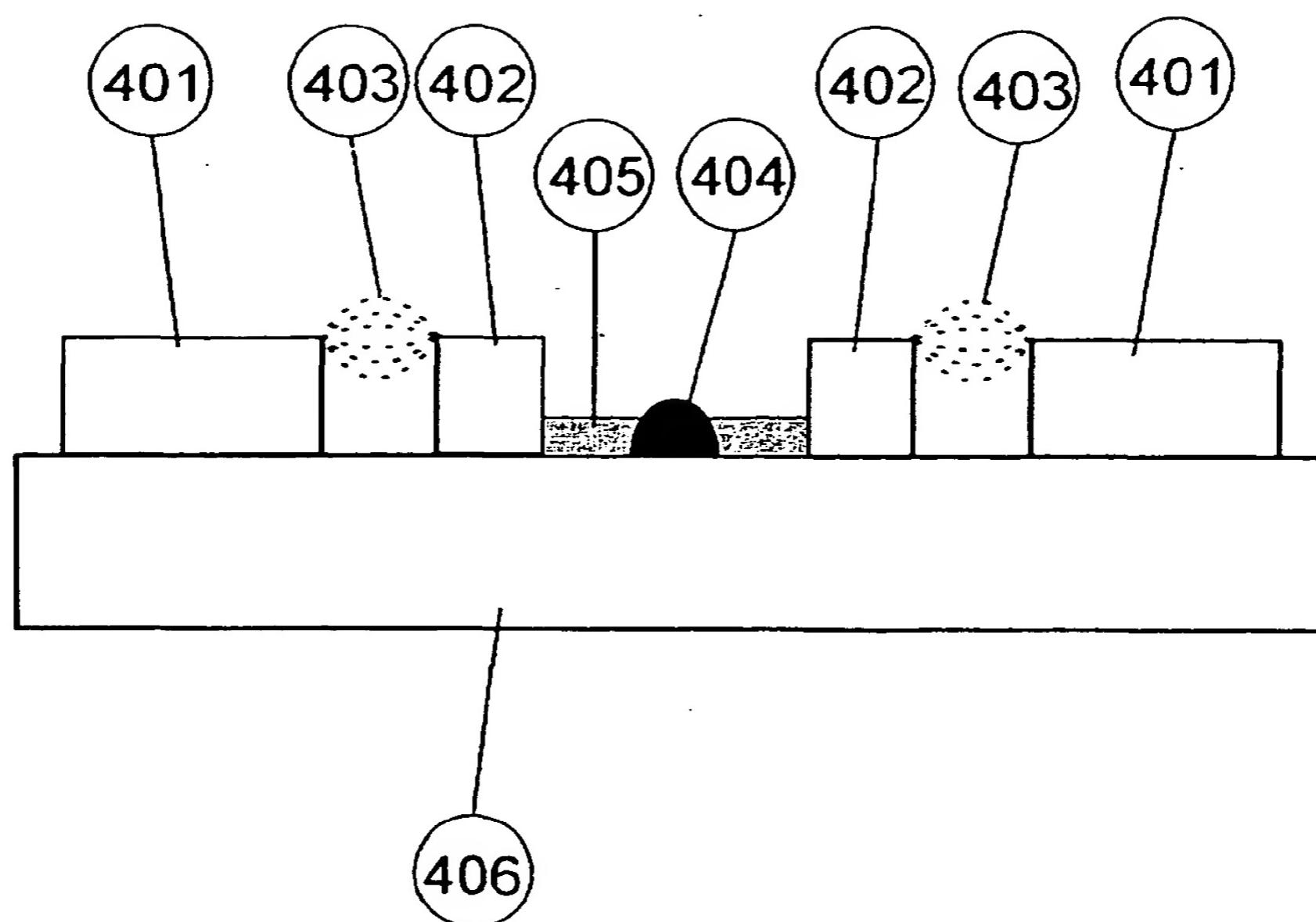
Figur 1



Figur 2



Figur 3



Figur 4